

---

Enrique Queralt Solari. Ingeniero Técnico Industrial Colegiado 6557 COGITIAR.

# ANEXOS TOMO II

REPOTENCIACIÓN

PARQUE EÓLICO “I+D JAULÍN”

T.M. DE JAULÍN (ZARAGOZA)

Enero 2024

---

## ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS EÓLICOS PRESENTES MEDIANTE LAS MEDICIONES EFECTUADAS O UN ESTUDIO O MODELIZACIÓN QUE CONFIRME LA EXISTENCIA DE RECURSO SUFICIENTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PARQUE.....	3
2. ANEXO III CAPACIDAD TÉCNICA, SEGÚN DECRETO-LEY 2/2016, DE 30 DE AGOSTO, DE MEDIDAS URGENTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS SENTENCIAS DICTADAS EN RELACIÓN CON LOS CONCURSOS CONVOCADOS EN EL MARCO DEL DECRETO 124/2010, DE 22 DE JUNIO, Y EL IMPULSO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN. ARTÍCULO 13 APARTADO B).....	24
2.1. CAPACIDAD LEGAL.....	25
2.2. CAPACIDAD TÉCNICA.....	26
2.3. CAPACIDAD ECONÓMICA.....	27
3. ANEXO IV ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD, SEGÚN DECRETO-LEY 2/2016, DE 30 DE AGOSTO, DE MEDIDAS URGENTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS SENTENCIAS DICTADAS EN RELACIÓN CON LOS CONCURSOS CONVOCADOS EN EL MARCO DEL DECRETO 124/2010, DE 22 DE JUNIO, Y EL IMPULSO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN. ARTÍCULO 13 APARTADO D) ..	28

1. DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS EÓLICOS PRESENTES MEDIANTE LAS MEDICIONES EFECTUADAS O UN ESTUDIO O MODELIZACIÓN QUE CONFIRME LA EXISTENCIA DE RECURSO SUFICIENTE PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL PARQUE.



**PARQUE EÓLICO**  
**I+D Jaulín**  
**I+D Cabezo Negro**  
**(Zaragoza)**

*ESTUDIO DE EVALUACIÓN ENERGÉTICA Y  
DISPOSICIÓN DE AEROGENERADORES*

Junio 2023

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	4
3	DATOS METEOROLÓGICOS.....	5
3.1	ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	5
3.1.1	Mástil GEOL01.....	5
3.2	ESTIMACIÓN A LARGO PLAZO.....	6
3.2.1	GEOL01.....	7
3.3	ANÁLISIS DEL PERÍODO DE REFERENCIA.....	7
3.3.1	Mástil GEOL01.....	7
4	OROGRAFÍA.....	9
5	RUGOSIDAD DEL TERRENO.....	10
6	DENSIDAD DEL AIRE.....	11
7	CURVA DE POTENCIA.....	12
8	MODELIZACIÓN.....	13
8.1	AJUSTE DEL MODELO.....	13
9	RESULTADOS.....	14
10	CONCLUSIONES.....	15

## ANEXO I: ESTADÍSTICAS

## 1 INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados de la evaluación de recurso eólico en el emplazamiento de I+D Jaulín e I+D Cabezó Negro, enclavado en terrenos pertenecientes al término municipal de Jaulín, en la provincia de Zaragoza.

El parque propuesto consta de modelos de aerogenerador SG5.0-145 (AM-2, 4.8MW) a 127.5m de altura de buje.



Para la elaboración de este documento se han desarrollado los siguientes trabajos:

- Análisis y tratamiento de los datos de las estaciones de medición del área.
- Estudio de la representatividad a largo plazo y elección del periodo de referencia para la simulación.
- Evaluación del perfil vertical.
- Digitalización de las curvas de nivel y definición de la rugosidad del terreno.
- Evaluación de la densidad del aire en el emplazamiento.
- Evaluación de las condiciones de viento y selección del modelo de aerogenerador.
- Diseño del layout.
- Evaluación energética del área mediante la modelización del campo de vientos con el modelo WASP.
- Estimación de la producción bruta y neta del parque con el modelo del aerogenerador proyectado, así como el cálculo de las horas equivalentes del parque (HEN).

## 2 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento se localiza a unos 9 kilómetros al Norte de la localidad de Fuendetodos al Oeste del Monte de Valmadrid, dentro de Las Planas de Jaulín, al borde de la zona E de dicha plana.

La vegetación existente en la zona está determinada por especies arbustivas, terrenos de cultivo de cereal (alternando con zonas en barbecho) y algunas masas arboladas compuestas por pino carrasco.



*Vista general del emplazamiento*

### 3 DATOS METEOROLÓGICOS

Gamesa Eólica ha suministrado los datos de viento registrados en la torre de medición del área, los cuales han sido utilizados con el fin de evaluar el recurso eólico en el emplazamiento. Las características principales de la torre y de los equipos instalados están resumidas en la siguiente tabla:

Torre	Coordenadas		Altitud (m)	Altura sensor (m)		Orientación Sensores		Fecha Inicio	Fecha Fin
	X (m)	Y (m)		Anemómetros	Veletas	Anemómetros	Veletas		
GEOL01	664857	4590694	644	140, 120, 118, 90, 70, 51	140, 120, 90, 70, 51	270	30	14/05/2009	30/04/2012

\* Sistema de Coordenadas UTM ED-50 Huso 30

Características de la torre de medición

#### 3.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

##### 3.1.1 Mástil GEOL01

La torre GEOL01 fue instalada el 1 de Octubre de 2007 en las coordenadas (ED50, huso 30), X=664857 m, Y=4590694 m, a una altitud de 644 m sobre el nivel del mar.

En el momento de realizar este estudio se disponían de datos desde 14 de mayo de 2009 hasta el 30 de Abril de 2012.

La torre consta de equipos que recogen mediciones de velocidad a 140, 120, 118, 90, 70, 51 metros de altura y dirección a 140, 120, 90, 70 y 51 metros de altura, en intervalos de 10 minutos.



Vista general de la torre GEOL01

Se ha procedido al análisis de los datos para detectar las posibles anomalías y realizar su corrección. Para corregir los errores detectados en velocidades se han efectuado las correlaciones en 16 sectores de los datos de velocidad medidos correctamente en cada uno de los niveles, para obtener las correspondientes rectas de regresión, las cuales nos permitirán regenerar los registros de velocidad que previamente consideramos como erróneos en la corrección. Para efectuar la corrección de los valores de dirección erróneos se han tomado los del nivel correcto como válidos.



Una vez analizados y corregidos los datos, se obtienen las velocidades medias mensuales recogidas en la siguiente tabla:

MES-AÑO	Datos SP OK						
	GEOL01						
	V140 (m/s)	V120 (m/s)	V118 (m/s)	V90 (m/s)	V70 (m/s)	V51 (m/s)	N. Obs. Disp.
may-09	6.62	6.43	6.51	6.20	5.90	5.67	2176 49
jun-09	6.51	6.29	6.39	6.10	5.81	5.35	3734 86
jul-09	6.38	6.17	6.26	5.98	5.70	5.46	4082 91
ago-09	5.17	5.03	5.13	4.93	4.70	4.54	4196 94
sep-09	5.77	5.56	5.64	5.33	5.05	4.86	4230 98
oct-09	7.52	7.26	7.30	6.96	6.55	6.30	2813 63
nov-09	7.94	7.89	7.83	7.13	6.56	6.22	3814 88
dic-09	8.92	8.49	8.53	7.94	7.32	6.96	4494 100
ene-10	8.57	8.20	8.26	7.75	7.20	6.86	4463 100
feb-10	8.73	8.38	8.45	7.96	7.45	7.11	3244 80
mar-10	8.41	8.13	8.26	7.70	7.37	7.04	4371 96
abr-10	5.38	5.20	5.26	4.97	4.69	4.51	3314 77
may-10	8.41	8.03	8.17	7.83	7.48	7.21	3897 97
jun-10	6.93	6.71	6.76	6.48	6.19	5.96	4036 93
jul-10	6.76	6.65	6.60	6.40	6.12	6.02	3339 73
ago-10	6.90	6.74	6.73	6.50	6.19	6.05	4251 95
sep-10	6.13	6.02	5.97	5.73	5.43	5.30	4179 97
oct-10	7.87	7.67	7.60	7.29	6.98	6.67	4248 95
nov-10	9.41	9.09	9.03	8.36	8.02	7.56	3347 77
dic-10	7.86	7.58	7.48	7.07	6.66	6.31	3971 89
ene-11	7.17	6.90	6.82	6.42	6.04	5.71	3989 89
feb-11	8.34	8.07	8.01	7.62	7.24	6.90	3948 98
mar-11	7.87	7.66	7.51	7.28	6.96	6.66	4383 94
abr-11	6.59	6.47	6.43	6.23	6.04	5.83	4207 99
may-11	6.01	5.87	5.82	5.60	5.41	5.21	4383 98
jun-11	6.18	6.06	6.03	5.84	5.66	5.47	4228 98
jul-11	6.97	6.85	6.81	6.60	6.38	6.18	4353 98
ago-11	5.46	5.41	5.36	5.20	5.02	4.83	4221 95
sep-11	5.23	5.15	5.11	4.97	4.78	4.58	4143 96
oct-11	6.27	6.14	6.09	5.90	5.68	5.46	4414 99
nov-11	6.52	6.31	6.25	5.99	5.71	5.43	4135 96
dic-11	6.69	6.36	6.32	7.04	7.36	6.93	4408 99
ene-12	8.13	7.78	7.73	7.22	6.80	6.43	4385 92
feb-12	10.12	9.64	9.78	9.31	8.86	8.54	3377 81
mar-12	6.88	6.73	6.70	6.49	6.28	6.01	3951 89
abr-12	7.92	7.64	7.57	7.37	7.06	6.71	3907 90
<b>Media</b>	<b>7.23</b>	<b>7.00</b>	<b>6.99</b>	<b>6.67</b>	<b>6.33</b>	<b>6.07</b>	<b>142,449 90</b>

Velocidades medias mensuales en la torre de medición

### 3.2 ESTIMACIÓN A LARGO PLAZO

Una de las principales características del viento es su variabilidad, tanto diaria, estacional como anual. Esta última tiene importancia cuando se pretende calcular el recurso eólico de un determinado emplazamiento puesto que la velocidad media del viento puede variar de un año a otro y con ella el recurso. Sería necesario disponer de datos de viento de una serie de años para poder calcular con más fiabilidad el recurso eólico. Sin embargo, esto no es posible en todos los casos. La técnica que se sigue consiste en correlacionar las medidas del emplazamiento con las de otra estación meteorológica, un observatorio o un nodo de reanálisis del que se dispone de un período largo de medidas y que sea representativo del lugar.

Con el fin de determinar la velocidad a largo plazo, se han realizado correlaciones de la torre en estudio con diferentes estaciones de referencia.

Los resultados del análisis del largo plazo se resumen a continuación:



### 3.2.1 GEOL01

ESTACIÓN DE REFERENCIA					REGRESIÓN LINEAL						GEOL01_120m
Buena:	Período (años)	Distancia entre torres (km)	Altura actual (m)	Velocidad histórica (m/s)	Tipo	R <sup>2</sup>	Período	R <sup>2</sup> de datos	A	B	Velocidad a largo plazo (m/s)
60201	abr 04-may 02	7,4	40	6,58	10-m/s	0,43	may 09-abr 11	133,877	0,935	0,933	7,66
					Datos	0,91	may 09-abr 11	830	1,072	0,03	7,68
					Historia	0,44	may 09-abr 11	16	1,398	-1,372	7,11
					10-m/s	0,53	may 09-abr 11	137,200	0,709	1,448	6,96
60209	abr 03-may 02	13,8	40	6,60	Datos	0,88	may 09-abr 11	344	1,027	0,067	6,96
					Historia	0,58	may 09-abr 11	17	0,890	0,988	6,96

Correlaciones de la torre GEOL01

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha considerado una velocidad a largo plazo para la torre GEOL01 de 7 m/s a 120m de altura.

### 3.3 ANÁLISIS DEL PERIODO DE REFERENCIA

El periodo de referencia seleccionado será aquel que mejor represente las condiciones de viento así como la velocidad media registrada en el emplazamiento.

Para obtener el periodo de referencia, se han comparado todos los periodos posibles, formados por años completos, con los resultados que se esperan a largo plazo. El criterio aplicado para la selección del periodo de referencia se basa en los siguientes requerimientos:

- La disponibilidad de datos en el periodo elegido debe ser lo mayor posible.
- El periodo debe disponer de una rosa de vientos y una distribución de Weibull representativa a largo plazo.
- La velocidad media del periodo de referencia debe ser similar a largo plazo.

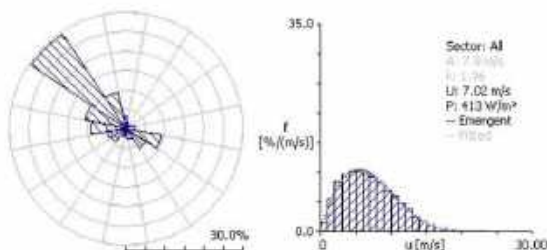
#### 3.3.1 Mástil GEOL01

De este modo, para la torre GEOL01 se ha seleccionado como periodo de referencia comprendido entre Diciembre 2009-Noviembre 2011. Sus características principales se resumen en la siguiente tabla:

Torre	Desde	Hasta	Disponibilidad	Altura (m)	Vel (m/s)
GEOL01	dic'09	nov'11	92,9%	120	6,96

Características del periodo de referencia elegido en la torre GEOL01

En la siguiente figura se puede observar la rosa de vientos dividida en 16 sectores, así como la distribución Weibull del periodo de referencia elegido a 120m:



Rosa de vientos y distribución Weibull de la torre GEOL01 a 120m, Diciembre 2009-Noviembre 2011

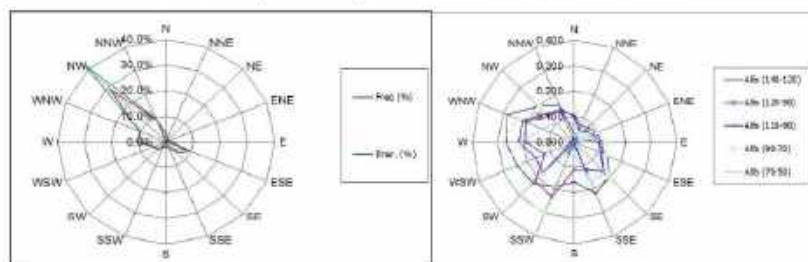
La estadística de viento del periodo de referencia elegido se puede ver en el Anexo I.

El periodo de referencia seleccionado se considera representativo, por lo que no se aplicará un factor corrector a largo plazo.

El coeficiente del perfil vertical ( $\alpha$ ) y la distribución del viento por sectores correspondientes al periodo de referencia están resumidos en las siguientes figuras:

GEOL01			Periodo: dic'09 - nov'11							
Sector	(°) Inicio	(°) Fin	Alfa (140-170)	Alfa (140-118)	Alfa (120-90)	Alfa (118-90)	Alfa (90-70)	Alfa (70-50)	Freq (%)	Ener. (%)
N	-11.25	11.25	0.033	0.094	0.104	0.103	0.1379	0.038	3.2%	0.7%
NNE	11.25	33.75	0.052	0.020	0.067	0.049	0.0671	0.045	1.7%	0.2%
NE	33.75	56.25	-0.050	-0.011	0.029	0.061	0.0322	-0.005	1.1%	0.1%
ENE	56.25	78.75	0.030	0.032	0.094	0.078	0.0991	0.064	1.2%	0.1%
E	78.75	101.25	0.091	0.105	0.107	0.099	0.1307	0.108	2.3%	0.8%
ESE	101.25	123.75	0.140	0.135	0.122	0.112	0.1309	0.100	4.3%	8.0%
SE	123.75	146.25	0.194	0.200	0.166	0.162	0.1938	0.165	6.2%	4.6%
SSE	146.25	168.75	0.220	0.215	0.118	0.116	0.1470	0.176	2.8%	1.4%
S	168.75	191.25	0.191	0.299	0.109	0.013	0.3114	0.048	1.8%	0.9%
SSW	191.25	213.75	0.189	0.001	0.233	-0.030	0.3042	0.021	2.3%	0.9%
SW	213.75	236.25	0.226	0.300	0.216	0.170	0.2401	0.177	4.5%	3.6%
WSW	236.25	258.75	0.241	0.176	0.125	0.161	0.2232	0.190	5.0%	4.6%
W	258.75	281.25	0.206	0.215	0.109	0.217	0.2092	0.213	6.9%	11.4%
WNW	281.25	303.75	0.283	0.296	0.205	0.218	0.2321	0.134	10.8%	10.1%
NW	303.75	326.25	0.200	0.129	0.196	0.156	0.1961	0.105	29.3%	42.9%
NNW	326.25	348.75	0.159	0.146	0.131	0.138	0.1793	0.087	9.5%	10.0%
GLOBAL (0-360)			0.205	0.192	0.154	0.150	0.206	0.120	100%	100%

Coeficientes del perfil vertical y distribución del viento por sectores en el PR



Coeficientes del perfil vertical y distribución del viento por sectores en el PR

#### 4 OROGRAFÍA

Se ha utilizado un plano a escala 1:25.000 digitalizado con líneas de nivel cada 10 metros para representar la orografía del emplazamiento y del entorno. Tanto las líneas de nivel como el área utilizada se consideran adecuadas para la modelización del campo de vientos.

El sistema de coordenadas empleado es ED50 huso 30 con proyección UTM.



*Detalle orografía del emplazamiento*

## 5 RUGOSIDAD DEL TERRENO

Los elementos existentes sobre la superficie terrestre, denominados rugosidad, tienen una influencia sobre las condiciones de viento. Dicha influencia disminuye según aumenta la altura sobre el nivel del suelo, sin embargo, para las alturas de buje de los aerogeneradores y para las alturas de las torres de medición actuales, su influencia es importante y deberá ser tomada en consideración.

La forma de caracterizar la rugosidad es mediante una longitud de rugosidad asociada a áreas que presenten una rugosidad homogénea. Dicha longitud se determina principalmente en base a la experiencia, sirviendo como guía la tabla siguiente.

$z_0$ [m]	Terrestrial surface characteristics	Roughness class
1.00	city forest	3
0.50	suburbs	
0.30	shrub belts	
0.20	many trees and/or bushes	2
0.10	farmland with closed appearance	
0.05	farmland with open appearance	
0.03	farmland with very few buildings, trees etc. airport areas with buildings and trees	1
0.01	airport runway areas mown grass	
$0 \cdot 10^{-2}$	bare soil (smooth)	
$10^{-3}$	snow surfaces (smooth)	0
$3 \cdot 10^{-4}$	sand surfaces (smooth)	
$10^{-4}$	water areas (lakes, fjords, open seas)	

*Clasificación de terrenos por valores de rugosidad*

La vegetación existente en la zona está determinada por especies arbustivas, terrenos de cultivo de cereal (alternando con zonas en barbecho) y algunas masas arboladas compuestas por pino carrasco.

Para el estudio se ha considerado una rugosidad uniforme de 0,03 m en todo el emplazamiento, con la siguiente zona definida:

- Pueblos: 0.3m

## 6 DENSIDAD DEL AIRE

La determinación de la densidad del aire es fundamental puesto que la producción energética de un generador eólico es directamente proporcional a la densidad del flujo de aire que lo atraviesa.

Este parámetro se calcula teniendo en cuenta la presión del aire y la temperatura. Dado que generalmente no se conocen estas variables en el emplazamiento, se realiza una extrapolación de los datos de los observatorios más cercanos.

El procedimiento para calcular la densidad considera un gradiente de -0.65°C por cada 100 m de elevación. Teniendo en cuenta los datos de los observatorios más cercanos y aplicando la siguiente fórmula se calcula la densidad del aire en el emplazamiento:

$$\rho = \left( \frac{P_o}{RT} \right) \exp \left( \frac{-g \cdot z}{RT} \right) \quad [\text{kg/m}^3]$$

Po=101325 Pa. Presión atmosférica a nivel del mar

g=9.8 m/s<sup>2</sup>. Gravedad

z=altitud del emplazamiento (m)

PARQUE	Altitud (m)			
	Altitud media emplazamiento + Altura buje	Altitud emplazamiento	Altura buje	
I+D Jaulín y Cabezó Negro	772.5	645	127.5	
Estación Referencia	Altitud (m)	T(°C) media estación referencia	T(°C) parque	Densidad aire parque
Zaragoza/Aeropuerto	247	13.518	10.10225	1.137
Huesca/Monforte	541	14.029	12.52425	1.128
Teruel	900	11.8	12.62875	1.127

*Cálculo de densidad en el emplazamiento a partir de datos de observatorios del AEMET más cercanos*

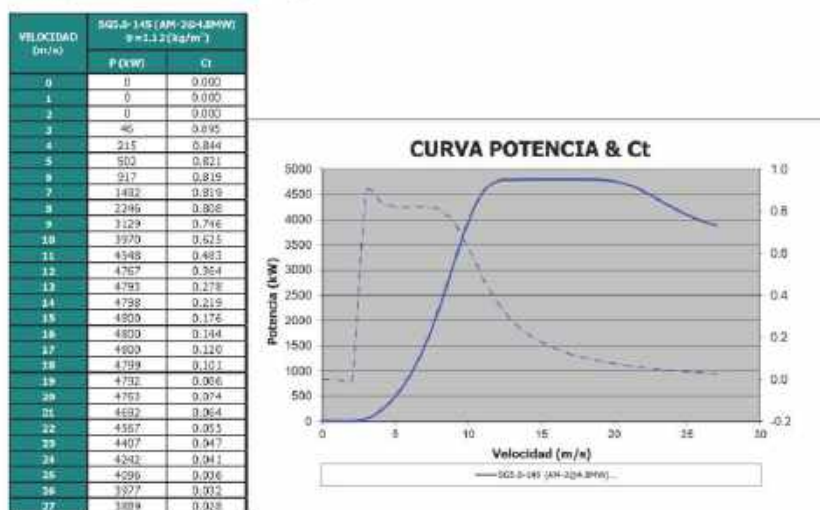
Así, se ha calculado un valor de densidad del aire, a altura de buje, de 1.13 kg/m<sup>3</sup> correspondiente a una temperatura media de 11.8 °C.

La curva de potencia a utilizar para la posterior modelización del recurso eólico en la zona, será la curva correspondiente a una densidad de 1.12 kg/m<sup>3</sup>, por ser la más cercana a la calculada.



## 7 CURVA DE POTENCIA

A continuación se presenta, la curva de potencia y de empuje del aerogenerador SG5.0-145 (AM-2 4.8MW) para una densidad de  $1.12 \text{ kg/m}^3$ .



Curva de potencia y empuje para el modelo de máquina SG5.0-145 (AM-2 4.8MW) a  $1.12 \text{ kg/m}^3$

## 8 MODELIZACIÓN

Para la modelización del campo de vientos en la zona en estudio se utiliza el modelo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program). Este modelo requiere como entradas datos meteorológicos, topográficos y de rugosidad del terreno y la curva de potencia de la máquina que se pretende instalar. Con esta información el programa crea un fichero denominado Atlas en el que se simulan las condiciones reinantes del viento en la zona de estudio. Como resultado nos muestra el recurso existente en la zona, en base al cual se disponen los aerogeneradores.

Una vez determinada la posición de los aerogeneradores se calcula el rendimiento de la turbina eólica dentro del parque considerando las pérdidas por estelas que se producen entre las mismas. Dada la producción bruta de cada máquina y conocido su rendimiento, es posible por lo tanto, conocer la producción bruta de cada máquina en el conjunto del parque.

### 8.1 AJUSTE DEL MODELO

La utilización de métodos de simulación implica errores de cálculo debidos a aproximaciones e inexactitudes del programa. Por este motivo, el modelo necesita ser validado en la posición de la torre, en donde se dispone de medidas.

Para la simulación del modelo se han utilizado como datos de entrada los de la torre GEOL01 (Dic09-Nov11) a 120m. Las velocidades y producciones esperadas a la altura de buje han sido calculadas en base a los datos de viento del periodo de referencia considerado.

Tal y como se puede observar en la siguiente tabla, utilizando el Wind Atlas, se han obtenido los valores a distintas alturas y se han comparado con las mediciones reales y estimaciones:

ATLAS GENERADO		AJUSTE DEL MODELO			
ATLAS VIENTO	PERIODO REFERENCIA	TORRE	DATOS	Vel. (m/s)	SGS.0-145(4.8MW) (MWh/year)
GEOL01_120m	dic'09 - nov'11	GEOL01_127.5m	Esperado	7.08	16577
			WAsP	7.08	16824
			<b>Factor</b>	<b>1.000</b>	<b>0.985</b>

*Comparación de datos medidos y resultados Wasp a partir del Atlas GEOL01*

De la tabla anterior se concluye que la modelización a partir de los datos medidos a 120m en la torre, reproduce con un error aceptable los valores esperados en velocidad y producción.



## 9 RESULTADOS

Los resultados que se presentan se han realizado para el modelo SG5.0-145 (AM-2, 4.8MW) a 127.5m de altura. La curva de potencia utilizada se corresponde a una densidad del aire de 1.12 kg/m<sup>3</sup>.

Los resultados presentados han sido corregidos tal y como se explica en el apartado 8. Para obtener las producciones netas se ha considerado:

- Pérdidas por indisponibilidad del aerogenerador: 5%
- Pérdidas por mantenimiento fuera de contrato: 0.5%
- Pérdidas por indisponibilidad de red (SET/LAT): 0.5%
- Pérdidas por desenrollamiento automático: 0.1%
- Pérdidas eléctricas por transformación y transporte: 3%
- Ajuste de curva de potencia por condiciones específicas emplazamiento: 1.1%

Aero	X (m)	Y (m)	Elevación (m)	Vel (m/s)	Prod. WASP (MWh/año)	Pérdidas Estelas (%)	Prod. Bruta (MWh/año)	Prod. Neta (MWh/año)	REN
Jaulín	665230	4590692	698	7.17	18858	0.41	16789	14982	3121
Cabezo Negro	664987	4590052	641	7.00	16350	0.49	16270	14519	3025
<b>TOTAL</b>					<b>33208</b>		<b>33059</b>	<b>29501</b>	
<b>MEDIA</b>			<b>645</b>	<b>7.10</b>	<b>16604</b>	<b>0.4%</b>	<b>16530</b>	<b>14750</b>	<b>3073</b>

Sistema coordenadas UTM ETRS89 30N

Resultados para máquina SG5.0-145 (AM-2 4.8MW) 1.12 kg/m<sup>3</sup>

## 10 CONCLUSIONES

Los resultados que se presentan se han realizado para la máquina SG5.0-145 (AM-2 4.8MW) a 127.5m de altura.

La torre de medición GEOL 01 utilizada en la evaluación tienen las siguientes características:

Torre	Coordenadas		Altitud (m)	Altura sensor (m)		Orientación Sensores		Fecha Inicio	Fecha Fin
	X (m)	Y (m)		Anemómetros	Velocitas	Anemómetros	Velocitas		
GEOL01	664957	4500626	644	140, 120, 118, 90, 70, 51	140, 130, 90, 70, 51	370	30	14/05/2009	30/04/2012

\* Sistema de Coordenadas UTM ED-50 Euro30

Los sectores más energéticos son WNW, NW y adyacentes, los cuales suman un 74.3% de la energía total.

Con el fin de determinar la velocidad a largo plazo en el emplazamiento, se han realizado correlaciones de las torres en estudio con diferentes estaciones de referencia. De este modo, se ha definido una velocidad a largo plazo para la torre GEOL01 de 7 m/s a 120 metros de altura.

Como periodo de referencia de la torre GEOL01 se ha elegido el periodo comprendido entre Diciembre09-Noviembre11. Sus características principales se muestran en la siguiente tabla:

Torre	Desde	Hasta	Disponibilidad	Altura (m)	Vel (m/s)
GEOL01	dic'09	nov'11	92.9%	120	6.98

Se ha calculado un valor de densidad del aire, a altura de buje, de 1.13 kg/m<sup>3</sup>. La curva de potencia que se ha utilizado para modelización del recurso ha sido la correspondiente a una densidad de 1.12 kg/m<sup>3</sup>.

Se han aplicado las siguientes pérdidas, 6% por la indisponibilidad de aerogeneradores, 3% por las pérdidas eléctricas y 2.1% de otras pérdidas.

En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos:

PARQUE EÓLICO I+D Jaulín y Cabezo Negro	
Coordenadas referencia	CO-1+D CN+I-04
Número de Aerogeneradores	2
Modelo de Máquina	SG5.0-145 (AM-2, 4.8MW)
Potencia Nominal	4.80 MW
Altura de Buje	127 m
Potencia del parque	9.60 MW
Densidad de aire del emplaz.	1.13 Kg/m <sup>3</sup>
Densidad de aire de la Curva de Potencia	1.12 Kg/m <sup>3</sup>
Velocidad Media	7.10 m/s
Prod. WAsP	33208 MWh/year
Pérdidas por Estelas	0.45%
Prod. Bruta	33059 MWh/year
Pérdidas Indisponibilidad	6.0%
Pérdidas Eléctricas	3.0%
Otras Pérdidas	2.1%
Prod. Neta	29501 MWh/year
HEN (h/año)	3073

## ANEXO I

### ESTADÍSTICAS

**Parque I+D JAULIN Y CABEZO NEGRO**

**Torre GEOL01\_0 (Cabezó Negro)**

Periodo: 20091201 - 20111130 (1)  
Nº datos ok: 97807  
% disponibilidad: 93%  
Maquina: G128  
Densidad: 1.12kg/m³

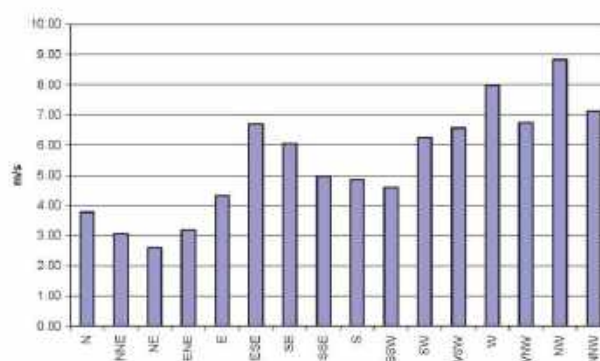
	140m	120m	118m	90m	70m	51m
Vel. media (m/s)	7.18	6.98	6.96	6.65	6.32	6.07
Vel máxima (m/s)	28.14	27.49	27.84	28.54	25.81	24.03
Nº calmas	145	101	100	94	36	115
% calmas	0.15	0.10	0.10	0.10	0.04	0.12
Eª media (W/m²)	415.44	378.95	376.50	331.68	283.74	251.69
IT (v>3m/s)	0.133	0.121	0.132	0.158	0.151	0.149
Weibull	A	8.00	7.86	7.86	7.56	6.97
	k	1.94	1.98	1.97	1.93	1.99
Energía (MWh/año)	Datos reales	14346	13527	13440	12296	11069
	Weibull	0	0	0	0	0

Perfil vertical Alfa<sub>140/120</sub> = 0.20378962  
Alfa<sub>140/118</sub> = 0.19184335  
Alfa<sub>140/90</sub> = 0.16859092  
Alfa<sub>140/70</sub> = 0.17899576  
Alfa<sub>140/51</sub> = 0.16082817  
Alfa<sub>120/118</sub> = 0.08314926  
Alfa<sub>120/90</sub> = 0.15371811  
Alfa<sub>120/70</sub> = 0.175115  
Alfa<sub>120/51</sub> = 0.15546228  
Alfa<sub>118/90</sub> = 0.15609044  
Alfa<sub>118/70</sub> = 0.17820804  
Alfa<sub>118/51</sub> = 0.15697099  
Alfa<sub>90/70</sub> = 0.20496237  
Alfa<sub>90/51</sub> = 0.15973121  
Alfa<sub>70/51</sub> = 0.12634723

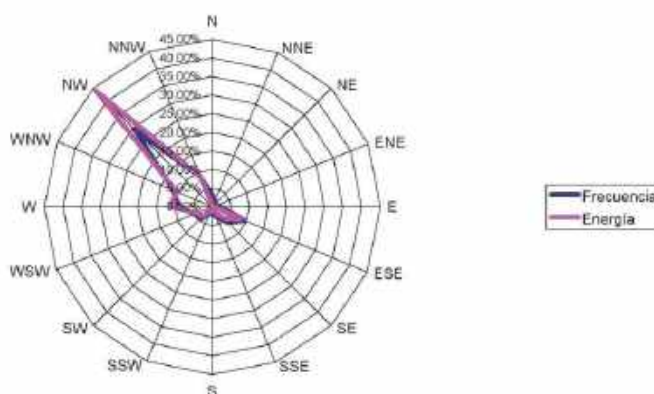
### Datos Rosa

Sector	Frecuencia	Energía	A	k	Vel. media(m/s)
N	3.16%	0.65%	4.6	1.96	3.78
NNE	1.77%	0.17%	3.79	1.99	3.08
NE	1.10%	0.06%	3.07	2.03	2.80
ENE	1.31%	0.16%	3.78	2	3.18
E	2.33%	0.78%	5.02	1.98	4.33
ESE	9.50%	8.37%	7.6	2.42	6.59
SE	6.01%	4.25%	6.92	2.2	6.04
SSE	2.77%	1.37%	5.78	1.83	4.97
S	1.77%	0.67%	5.53	1.59	4.85
SSW	2.28%	0.86%	5.03	1.92	4.59
SW	4.54%	3.57%	7.14	1.96	6.26
WSW	5.13%	4.39%	7.64	1.87	6.57
W	8.68%	11.32%	6.86	2.02	7.97
WNW	11.30%	10.35%	7.54	2.31	6.74
NW	29.35%	43.94%	9.71	2.47	8.83
NNW	8.62%	8.90%	8.25	1.9	7.12
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>			

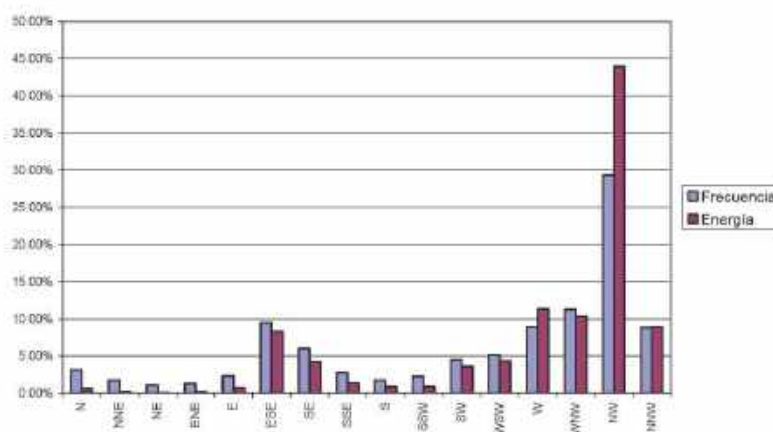
### Velocidad media por sector



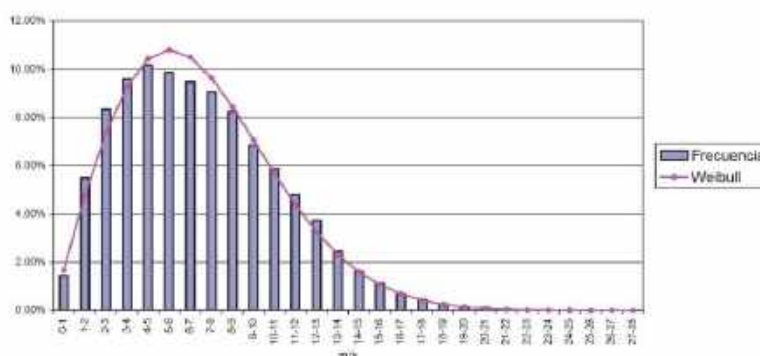
Rosa de viento



Distribución por direcciones



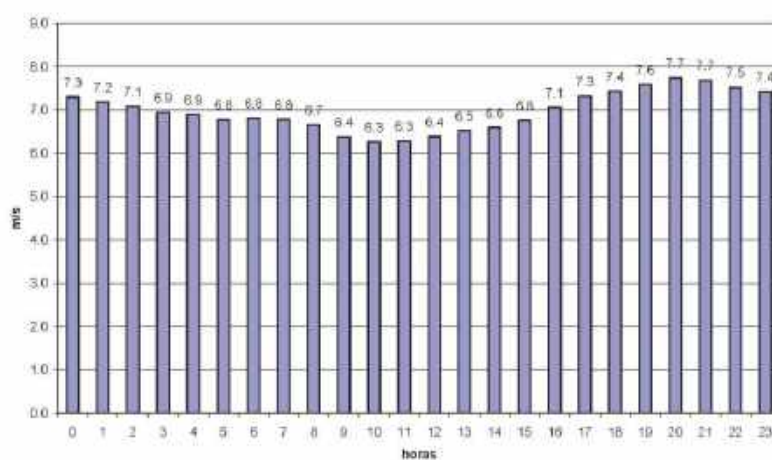
Distribución de frecuencias



Velocidad (m/s)	Frecuencia	Weibull
0-1	1.44%	1.67%
1-2	5.50%	4.77%
2-3	8.34%	7.36%
3-4	9.50%	9.29%
4-5	10.20%	10.44%
5-6	9.88%	10.81%
6-7	9.48%	10.50%
7-8	9.07%	9.86%
8-9	8.26%	8.45%
9-10	6.84%	7.08%
10-11	5.89%	5.68%
11-12	4.79%	4.38%
12-13	3.73%	3.25%
13-14	2.47%	2.32%
14-15	1.60%	1.60%
15-16	1.13%	1.06%
16-17	0.68%	0.66%
17-18	0.44%	0.42%
18-19	0.27%	0.28%
19-20	0.15%	0.15%
20-21	0.12%	0.08%
21-22	0.06%	0.04%
22-23	0.02%	0.02%
23-24	0.01%	0.01%
24-25	0.00%	0.01%
25-26	0.00%	0.00%
26-27	0.00%	0.00%
27-28	0.00%	0.00%



### Distribucion horaria



Hora	Velocidad (m/s)
0	7.3
1	7.2
2	7.1
3	6.9
4	6.8
5	6.8
6	6.8
7	6.8
8	6.7
9	6.4
10	6.3
11	6.3
12	6.4
13	6.5
14	6.6
15	6.8
16	7.1
17	7.3
18	7.4
19	7.6
20	7.7
21	7.7
22	7.5
23	7.4

- 
2. ANEXO III CAPACIDAD TÉCNICA, SEGÚN DECRETO-LEY 2/2016, DE 30 DE AGOSTO, DE MEDIDAS URGENTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS SENTENCIAS DICTADAS EN RELACIÓN CON LOS CONCURSOS CONVOCADOS EN EL MARCO DEL DECRETO 124/2010, DE 22 DE JUNIO, Y EL IMPULSO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN. ARTÍCULO 13 APARTADO B)

---

## 2.1. CAPACIDAD LEGAL

Se adjunta con el proyecto declaración responsable.

---

## 2.2. CAPACIDAD TÉCNICA

Se adjunta con el proyecto declaración responsable.

---

### 2.3. CAPACIDAD ECONÓMICA

Se adjunta con el proyecto declaración responsable.

- 
3. ANEXO IV ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD, SEGÚN DECRETO-LEY 2/2016, DE 30 DE AGOSTO, DE MEDIDAS URGENTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS SENTENCIAS DICTADAS EN RELACIÓN CON LOS CONCURSOS CONVOCADOS EN EL MARCO DEL DECRETO 124/2010, DE 22 DE JUNIO, Y EL IMPULSO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN. ARTÍCULO 13 APARTADO D)

## VIABILIDAD ECONÓMICA

Del presupuesto del proyecto, instalaciones de evacuación y de otros costes adicionales de la instalación se obtiene que la rentabilidad a 20 años de la instalación es de 8.5%

<b>PARQUE EOLICO . VARIABLES ECONOMICAS</b>	
Año de comienzo de la explotación	2026
Numero de Aerogeneradores	1 Ud
Potencia unitaria	5.000 kW
Total de Potencia a instalar (kW)	5.000 kW
Inversión por kW instalado (€/kW)	1.132,09 €/kW
<b>Costes del parque</b>	
Obra Civil	460.333 €
Obra Eléctrica	33.899 €
Aerogeneradores	4.050.000 €
Seguridad y salud	54.558 €
Instalaciones de Conexión	141.091 €
Total Ejecución Material	4.739.881
Beneficio Industrial 8%	379.190
Gastos Generales 10%	473.988
Total Presupuesto contrata	5.593.060
Proyecto y dirección	47.399 €
Licencias y Tramitación	20.000 €
Total Ingeniería y Tramitación	67.399
Total Inversión	5.660.458 €
Horas Equivalentes a potencia nominal	3.073 h
Perdida de producción anual por envejecimiento de la instalación	1,1%
Producción Anual	15.365 MWh año
% fondos propios	100%
Capital propio	5.660.458 €
Tasa de descuento aplicable para calcular el VAN	3,0%
Gastos de explotación y mantenimiento	4,00%
Otros Gastos anuales	50.000 €
Tarifa eléctrica	0,051700 €/kWh
Tasa de inflación en la tarifa	0,0%
Inflación anual	3,0%
Años de amortización	10 Años
Valor Residual	0 €
<b>VAN Capital Invertido</b>	<b>2.243.980 €</b>
<b>TIR Capital Invertido</b>	<b>8,50%</b>



Año	2.026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos Explotacion (miles €)	794	786	777	768	759	751	742	733	724	716
Gastos Explotacion (miles €)	81,77	83,87	85,99	88,13	90,30	92,49	94,72	96,98	99,27	101,60
Resultado Explotacion (miles €)	712,60	701,76	690,91	680,03	669,12	658,19	647,22	636,22	625,19	614,13
Amortizaciones (miles €)	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05	566,05
Intereses Financieros (miles €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Devolución préstamo (miles €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Benef Bruto (para imp) (miles €)</b>	<b>146,55</b>	<b>135,72</b>	<b>124,86</b>	<b>113,98</b>	<b>103,07</b>	<b>92,14</b>	<b>81,17</b>	<b>70,18</b>	<b>59,15</b>	<b>48,08</b>
Impuestos (miles €)	51,29	47,50	43,70	39,89	36,08	32,25	28,41	24,56	20,70	16,83
Benef Neto (miles €)	95,26	88,22	81,16	74,09	67,00	59,89	52,76	45,62	38,45	31,25
Cash Neto (miles €)	661,30	654,26	647,21	640,13	633,04	625,94	618,81	611,66	604,49	597,30
Valor actual (miles €)	661,30	635,21	610,05	585,81	562,45	539,94	518,24	497,34	477,19	457,78
Caja fin de año	661,30	654,26	647,21	640,13	633,04	625,94	618,81	611,66	604,49	597,30
Acumulado Caja	661,30	1.315,57	1.962,77	2.602,91	3.235,95	3.861,89	4.480,70	5.092,36	5.696,85	6.294,15
Liquidez Acum.(VAN) (miles €)	-4.999,16	-4.363,95	-3.753,89	-3.168,08	-2.605,63	-2.065,69	-1.547,45	-1.050,11	-572,92	-115,14

Año	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ingresos Explotacion (miles €)	707	698	690	681	672	663	655	646	637	628
Gastos Explotacion (miles €)	103,96	106,36	108,80	111,28	113,80	116,37	118,99	121,65	124,37	127,14
Resultado Explotacion (miles €)	603,03	591,89	580,72	569,50	558,24	546,93	535,58	524,17	512,72	501,21
Amortizaciones (miles €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Intereses Financieros (miles €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Devolución préstamo (miles €)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Benef Bruto (para imp) (miles €)</b>	<b>603,03</b>	<b>591,89</b>	<b>580,72</b>	<b>569,50</b>	<b>558,24</b>	<b>546,93</b>	<b>535,58</b>	<b>524,17</b>	<b>512,72</b>	<b>501,21</b>
Impuestos (miles €)	211,06	207,16	203,25	199,32	195,38	191,43	187,45	183,46	179,45	175,42
Benef Neto (miles €)	391,97	384,73	377,47	370,17	362,85	355,50	348,12	340,71	333,27	325,79
Cash Neto (miles €)	391,97	384,73	377,47	370,17	362,85	355,50	348,12	340,71	333,27	325,79
Valor actual (miles €)	291,66	277,94	264,75	252,07	239,89	228,18	216,94	206,14	195,76	185,79
Caja fin de año	391,97	384,73	377,47	370,17	362,85	355,50	348,12	340,71	333,27	325,79
Acumulado Caja	6.686,12	7.070,85	7.448,32	7.818,49	8.181,34	8.536,85	8.884,97	9.225,69	9.558,95	9.884,74
Liquidez Acum.(VAN) (miles €)	176,52	454,46	719,21	971,28	1.211,17	1.439,35	1.656,29	1.862,43	2.058,19	2.243,98